

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-220171

(43)Date of publication of application : 10.08.1999

(51)Int.Cl.

H01L 33/00

H01L 21/28

(21)Application number : 10-036619

(71)Applicant : TOYODA GOSEI CO LTD

(22)Date of filing : 02.02.1998

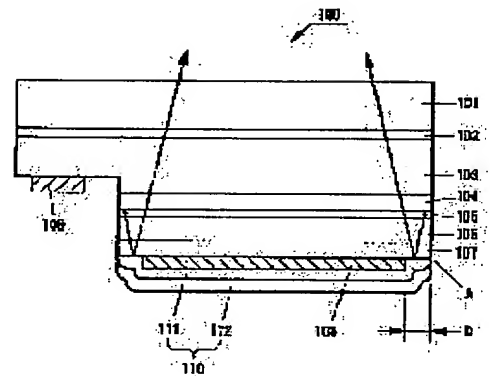
(72)Inventor : KAMIMURA TOSHIYA
NOIRI SHIZUYO
HORIUCHI SHIGEMI

(54) GALLIUM NITRIDE COMPOUND SEMICONDUCTOR DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a gallium nitride compound semiconductor device, having large luminous intensity and a long lifetime.

SOLUTION: An electrode connected to a contact layer 107 is formed of a first metal layer 108 connected with the contact layer 107 on the p-type semiconductor side and consisting of silver (Ag), etc., and a second metal layer 110 covering the surface of the first metal layer 108 and the surface of the contact layer 107 which is not covered with the first metal layer 108 is formed. The value of contact resistance per unit area to the contact layer 107 of the second metal layer 110 is made larger than that of the first metal layer 108. Junction strength to the contact layer 107 is reinforced by forming the first metal layer 108 or the second metal layer 110 into a multilayered structure by plural kinds of metals. A light-emitting element having high reflection efficiency of light by the electrode and long lifetime is obtained by these means.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 06.08.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 03.08.2004

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

*** NOTICES ***

JPO and NCIP1 are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The gallium-nitride system compound semiconductor element characterized by to constitute the electrode which connects to said contact layer the front face of said contact layer of the 1st metal layer which the layer which consists of a gallium nitride system compound semiconductor on a substrate connects to the contact layer by the side of a p type semiconductor in the light emitting device of the flip chip mold by which the laminating was carried out, and this 1st metal layer which is not covered with a side face and this 1st metal layer at least by the metal layer of a wrap 2nd.

[Claim 2] The value of the contact resistance per [to said contact layer of said 2nd metal layer] unit area is a gallium nitride system compound semiconductor element according to claim 1 characterized by being larger than the value of the contact resistance per [to said contact layer of said 1st metal layer] unit area.

[Claim 3] Said 1st metal layer or said 2nd metal layer is a gallium nitride system compound semiconductor element according to claim 1 or 2 characterized by having accomplished multilayer structure with the metal of two or more classes.

[Claim 4] Said 1st metal layer is a gallium nitride system compound semiconductor element given in any 1 term of claim 1 characterized by being formed with silver (Ag) thru/or claim 3.

[Claim 5] Said 2nd metal layer is a gallium nitride system compound semiconductor element given in any 1 term of claim 1 characterized by being formed with vanadium (V), aluminum (aluminum) or titanium (Ti), and gold (Au) thru/or claim 4.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the light emitting device of the flip chip mold with which the laminating of the layer which consists of a gallium nitride system compound semiconductor on a substrate was carried out.

[0002]

[Description of the Prior Art] The sectional view of the light emitting device 300 of the flip chip mold by JP, 6-120562, A is shown in drawing 3 as a conventional technique. For a sapphire substrate and 302, as for the GaN layer of p mold, and 304, the GaN layer of n mold and 303 are [301 / a positive electrode and 305] the negative electrodes. In the light emitting device of a flip chip mold, in order to reflect the light emitted by the interface of the GaN layer 302 of n mold, and the GaN layer 303 of p mold with the positive electrode 304 with which it was formed on the GaN layer 303 of p mold and to observe through silicon on sapphire 301, a positive electrode 304 is formed comparatively greatly. Moreover, although it turns out that metals, such as aluminum (aluminum), are excellent on the reflective effectiveness of light as a metal layer used for the positive electrode 304 formed on the GaN layer 303 of p mold, when it is used for an electrode, a lifting and a cone thing are in the class of metal which is excellent on the reflective effectiveness of such light about migration like the metal represented by aluminum etc.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] As mentioned above, the metal with which it constitutes a positive electrode 304 if the metal used for the positive electrode 304 causes migration can draw near to a negative electrode 305 side as ion, the fall of luminescence reinforcement and the GaN layer 302 of the ** positive electrode 304 and n mold by turbulence of ** electrode layer short-circuit by migration, and the problem of the fall of a life occurs. As shown in drawing 3, by enlarging distance D of the positive electrode 304 and the GaN layer 303 of p mold which are formed on the GaN layer 303 of p mold, the time amount to a short circuit is extended and the method of extending a life is also considered as the result there. As mentioned above however, about the light emitting device of a flip chip mold Magnitude of the positive electrode 304 on the GaN layer 303 of p mold = being luminescence area and enlarging distance D If a chip size will increase, decline in productive efficiency will be caused, if the magnitude of a positive electrode is maintained, and magnitude of a positive electrode is made small, since the amount of the light which leaks and comes out from the clearance between D of the GaN layer 303 of p mold will also increase in connection with it, The reflective effectiveness of light fell and there was a problem that luminous efficiency decreased. In addition, the fall of the luminescence reinforcement by turbulence of an electrode layer cannot be prevented.

[0004] This invention is accomplished in order to solve the above-mentioned problem, and it is that the purpose offers the long gallium nitride system compound semiconductor element of a life greatly [luminescence reinforcement].

[0005]

[Means for Solving the Problem] In the light emitting device of the flip chip mold with which the laminating of the layer to which the 1st means for solving the above-mentioned technical problem consists of a gallium nitride system compound semiconductor on a substrate was carried out It is forming the electrode which connects to a contact layer the front face of the contact layer of the 1st metal layer linked to the contact layer by the side of a p type semiconductor, and this 1st metal layer which is not covered with a side face and this 1st metal layer at least by the metal layer of a wrap 2nd. In addition, as for the 2nd metal layer, a wrap case contains the

outcrop of the whole front face of a wrap case and the 1st metal layer, and a contact layer for the perimeter section of the front face of the 1st metal layer, and the outcrop of a contact layer. Moreover, the 2nd means is making the value of the contact resistance per [to the contact layer of the 2nd metal layer] unit area larger than the value of the 1st metal layer in the 1st above-mentioned means. Moreover, the 3rd means is forming the 1st metal layer or the 2nd metal layer in multilayer structure with the metal of two or more classes in the 1st above-mentioned means or 2nd above-mentioned means. Moreover, the 4th means is forming the 1st metal layer with silver (Ag) in any one of the 1st above-mentioned means thru/or the 3rd means. Furthermore, the 5th means is forming the 2nd metal layer with vanadium (V), aluminum (aluminum) or titanium (Ti), and gold (Au) in any one of the 1st above-mentioned means thru/or the 4th means. The above-mentioned technical problem is solvable with these means.

[0006]

[Function and Effect(s) of the Invention] The sectional view of the light emitting device 100 of the flip chip mold by this invention which used silver (Ag) for the 1st metal layer 108 at drawing 1 is shown. With this component 100, since the 1st metal layer 108 is covered with the 2nd metal layer 110, migration does not happen. Therefore, this component 100 becomes long lasting. Moreover, with this component 100, since migration does not happen and width of face D can be made small, the 1st large metal layer 108 can be taken, and the metal which was excellent in the reflective effectiveness of the spectrum can be used for the 1st metal layer 108 over extensive area. Therefore, luminescence reinforcement can be raised. Moreover, with this component 100, since light is reflected by the 2nd metal layer 110 also in the part of width of face D, leakage **** of the light from the contact layer 107 can almost be lost, and, therefore, can raise luminescence reinforcement further. Moreover, since the contact resistance to the contact layer 107 in the part of the width of face D of the 2nd metal layer 110 is larger than the contact resistance to the contact layer 107 of the 1st metal layer 108, not almost all currents pass along the part of width of face D by this component 100, but pass along the contact surface of the contact layer 107 and the metal layer 108 by it. For this reason, the barrier layer right above the metal layer 108 which is using the metal which was excellent in the reflective effectiveness of light over extensive area emits light, and, therefore, luminescence reinforcement is good. Furthermore, although this component 100 requires strong bonding strength in case the contact layer 107 and the 2nd metal layer 110 are joined since the part of width of face D is narrow, as shown in drawing 1, it is making the 2nd metal layer 110 into multilayer structure, and it becomes possible to obtain strong bonding strength. Thereby, this component 100 can be used as the long lasting component to which migration does not happen. Moreover, the 2nd metal layer 110 prevents invasion in the 1st metal layer 108 of oxygen or moisture, and has the effectiveness of not making the 1st metal layer 108 corrode.

[0007]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, this invention is explained based on a concrete example. Drawing 1 is the sectional view of the light emitting device 100 of the flip chip mold by this invention which used silver (Ag) for the 1st metal layer. As for 101, a sapphire substrate and 102 are 1st metal layer from which in the GaN cladding layer of n mold, and 105 the AlGaIn cladding layer of p mold and 107 constitute the GaN contact layer of p mold, and, as for 108, a barrier layer and 106 constitute [the GaN layer of n mold, and 104] some positive electrodes, and an AlN buffer layer and 103 are formed with silver (Ag). 109 is the negative electrode and 110 is 2nd metal layer which constitutes some positive electrodes. That is, the 2nd metal layer 110 is constituted by the metal layer 111 formed of vanadium (V), and the metal layer 112 formed of aluminum (aluminum), and bonding strength is in contact with the contact layer 107 only with the securable enough width of face D. It is the big description that it is remarkably excellent in respect of luminescence reinforcement small [since the silver (Ag) which was not used for the 1st metal layer as a member of the positive electrode of the conventional flip chip mold is used / the contact resistance to the contact layer 107] since this component 100 has the very good reflective effectiveness of the light to the upper part of drawing 1. In addition, it becomes difficult to cover completely the side face of the metal layer 108 of ** a 1st by the metal layer 110 of ** a 2nd, if thicker [if the thickness of the metal layer 108 of ** a 1st has the best range of about 200Å - 1 micrometer in the case of the above-mentioned example which used silver (Ag) for the metal layer 108 of ** a 1st and it is thinner than this, the reflective effectiveness of light will fall, and] than this, and it is further inferior in respect of a production cost.

[0008] Drawing 2 is the sectional view of the light emitting device 200 of the flip chip mold by this invention which adopted multilayer structure also as the 1st metal layer. A sapphire substrate and 202 201 an AlN buffer

layer and 203 The GaN layer of n mold and 204 the GaN cladding layer of n mold and 205 A barrier layer and 206 the AlGaIn cladding layer of p mold and 207 The GaN contact layer of p mold and 208 are 1st metal layer which constitutes some positive electrodes, and are formed of the multilayer structure which consists of thickness [of 3000Å of thickness / silver (Ag) layer 208A, nickel (nickel) layer of 1000Å of thickness 208B, and 1000Å of thickness] (Titanium Ti) layer 208C. 209 is the negative electrode and 210 is 2nd metal layer which constitutes some positive electrodes. That is, the 2nd metal layer 210 is constituted by the metal layer 211 of 1000Å of thickness formed with titanium (Ti), and the metal layer 212 of 1.5 micrometers of thickness formed by gold (Au), and bonding strength is in contact with the contact layer 207 only with the securable enough width of face D. Since this component 200 has adopted as the 1st metal layer the multilayer structure which consists of thickness [of 3000Å of thickness / silver (Ag) layer 208A, nickel (nickel) layer of 1000Å of thickness 208B, and 1000Å of thickness] (Titanium Ti) layer 208C, The contact resistance to the contact layer 207 is low, and the point that the bonding strength of the 1st metal layer and the 2nd metal layer is strong is excellent by using 211 of 208C of the 1st metal layer, and the 2nd metal layer as the same metal.

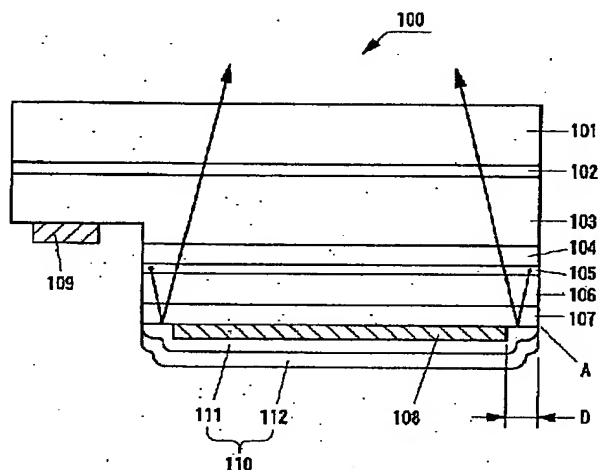
[0009] In the above-mentioned example, although silver (Ag) was used for the contact layer of the 1st metal layer in the metal layer which carries out field contact, the metals used for this layer may be nickel (nickel), cobalt (Co), gold (Au), and platinum (Pt), and may be these alloys. Moreover, although vanadium (V) and titanium (Ti) were used for the contact layer of the 2nd metal layer in the above-mentioned example in the metal layer which carries out field contact The metal used for this layer Chromium (Cr), niobium (Nb), zinc (Zn), You may be a tantalum (Ta), molybdenum (Mo), a tungsten (W), hafniums (Hf), or these alloys, and it may be the same as the negative electrode (109 209) generally attached in the GaN layer (103 203) of n mold. Moreover, in the above-mentioned example, although the 2nd metal layer has covered the 1st metal layer completely, the 2nd metal layer does not need to cover the 1st metal layer completely, and has just covered the base of a contact layer and the side face of the 1st metal layer which are not covered with the 1st metal layer at worst.

[Translation done.]

(11)特許出願公開番号

(43)公開日 平成11年(1999)8月10日

301B



【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板上に窒化ガリウム系化合物半導体から成る層が積層されたフリップチップ型の発光素子において、

p型半導体側のコンタクト層に接続する第1の金属層と、この第1の金属層の少なくとも側面及びこの第1の金属層に覆われていない前記コンタクト層の表面を覆う第2の金属層とにより前記コンタクト層に接続する電極を構成することを特徴とする窒化ガリウム系化合物半導体素子。

【請求項2】 前記第2の金属層の前記コンタクト層に対する単位面積当たりの接触抵抗の値は、前記第1の金属層の前記コンタクト層に対する単位面積当たりの接触抵抗の値よりも大きいことを特徴とする請求項1に記載の窒化ガリウム系化合物半導体素子。

【請求項3】 前記第1の金属層または前記第2の金属層は、複数の種類の金属により多層構造を成していることを特徴とする請求項1または請求項2に記載の窒化ガリウム系化合物半導体素子。

【請求項4】 前記第1の金属層は、銀(Ag)により形成されている事を特徴とする請求項1乃至請求項3のいずれか1項に記載の窒化ガリウム系化合物半導体素子。

【請求項5】 前記第2の金属層は、バナジウム(V)とアルミニウム(Al)又はチタン(Ti)と金(Au)により形成されている事を特徴とする請求項1乃至請求項4のいずれか1項に記載の窒化ガリウム系化合物半導体素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、基板上に窒化ガリウム系化合物半導体から成る層が積層されたフリップチップ型の発光素子に関する。

【0002】

【従来の技術】図3に、従来技術として特開平6-120562によるフリップチップ型の発光素子300の断面図を示す。301は、サファイヤ基板、302は、n型のGa_{0.99}N層、303は、p型のGa_{0.99}N層、304は、正電極、305は、負電極である。フリップチップ型の発光素子では、n型のGa_{0.99}N層302とp型のGa_{0.99}N層303の界面で発せられた光をp型のGa_{0.99}N層303上の形成された正電極304で反射させ、サファイヤ基板301を通して観察するため、正電極304は、比較的大きく形成される。又、p型のGa_{0.99}N層303上に形成される正電極304に用いる金属層としては、アルミニウム(Al)などの金属が光の反射効率の上で優れていることが判っているが、これらの光の反射効率上優れている金属の種類の中には、それを電極に用いた際、例えばアルミニウムなどに代表される金属のようにマイグレーションを起こしやすいものがある。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】上記のように、正電極304に用いられた金属が、マイグレーションを起こすと、正電極304を構成する金属がイオンとして、負電極305側に引き寄せられ、①電極層の乱れによる発光強度の低下、②正電極304とn型のGa_{0.99}N層302がマイグレーションにより短絡し、寿命の低下という問題が発生する。そこで、例えば図3に示すように、p型のGa_{0.99}N層303上に形成する正電極304とp型のGa_{0.99}N層303との距離Dを大きくすることにより、短絡までの時間を延ばし、その結果として、寿命を延長する方法も考えられる。しかし、上述のように、フリップチップ型の発光素子については、p型のGa_{0.99}N層303上の正電極304の大きさ＝発光面積であり、距離Dを大きくすることは、正電極の大きさを維持すれば、チップサイズが増大して、生産効率の低下を招き、又、正電極の大きさを小さくすれば、p型のGa_{0.99}N層303のDの隙間から漏れ出る光の量もそれに伴って増大するため、光の反射効率が低下し、発光効率が減少するという問題があった。加えて、電極層の乱れによる発光強度の低下を防止することはできない。

【0004】本発明は、上記の問題を解決するために成されたものであり、その目的は、発光強度が大きく、かつ、寿命の長い窒化ガリウム系化合物半導体素子を提供することである。

【0005】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するための第1の手段は、基板上に窒化ガリウム系化合物半導体から成る層が積層されたフリップチップ型の発光素子において、p型半導体側のコンタクト層に接続する第1の金属層と、この第1の金属層の少なくとも側面及びこの第1の金属層に覆われていないコンタクト層の表面を覆う第2の金属層とによりコンタクト層に接続する電極を形成することである。なお、第2の金属層は、第1の金属層の表面の周囲部およびコンタクト層の露出部を覆う場合と、第1の金属層の表面全体およびコンタクト層の露出部を覆う場合ともを含む。また、第2の手段は、上記の第1の手段において、第2の金属層のコンタクト層に対する単位面積当たりの接触抵抗の値を第1の金属層の値よりも大きくすることである。また、第3の手段は、上記の第1の手段または第2の手段において、第1の金属層または第2の金属層を複数の種類の金属により多層構造に形成することである。また、第4の手段は、上記の第1の手段乃至第3の手段のいずれか1つにおいて、第1の金属層を銀(Ag)により形成することである。更に、第5の手段は、上記の第1の手段乃至第4の手段のいずれか1つにおいて、第2の金属層をバナジウム(V)とアルミニウム(Al)又はチタン(Ti)と金(Au)により形成することである。これらの手段により、上記の課題を解決することができる。

【0006】

【作用および発明の効果】図1に、第1の金属層108に銀(Ag)を用いた本発明によるフリップチップ型の発光素子100の断面図を示す。本素子100では、第1の金属層108が、第2の金属層110に覆われているためマイグレーションが起こらない。よって本素子100は、長寿命となる。また、本素子100では、マイグレーションが起こらないため幅Dを小さくできるので第1の金属層108を広く取ることができ、その分光の反射効率の優れた金属を第1の金属層108に広面積に渡り使用できる。よって発光強度を向上させることができる。また、本素子100では、幅Dの部分でも第2の金属層110により光を反射するので、コンタクト層107からの光の漏れ出しが殆どなくなり、よって発光強度を更に向上させることができる。また、本素子100では、第2の金属層110の幅Dの部分でのコンタクト層107に対する接触抵抗の方が第1の金属層108のコンタクト層107に対する接触抵抗よりも大きいいため、殆どの電流は幅Dの部分を通らず、コンタクト層107と金属層108との接触面の方を通る。このため、光の反射効率の優れた金属を広面積に渡り使用している金属層108の真上の活性層が発光し、よって発光強度が良い。更に、本素子100では、幅Dの部分は狭いため、コンタクト層107と第2の金属層110とを接合する際、強い接合強度が要求されるが、図1に示すように第2の金属層110を多層構造とすることで、強い接合強度を得ることが可能となる。これにより、本素子100をマイグレーションが起こらない長寿命な素子にすることができる。また、第2の金属層110は、酸素や水分の第1の金属層108への侵入を防ぎ、第1の金属層108を腐食させないという効果もある。

【0007】

【発明の実施の形態】以下、本発明を具体的な実施例に基づいて説明する。図1は、第1の金属層に銀(Ag)を用いた本発明によるフリップチップ型の発光素子100の断面図である。101は、サファイヤ基板、102は、AlNバッファ層、103は、n型のGa_{0.4}N層、104は、n型のGa_{0.4}Nクラッド層、105は、活性層、106は、p型のAlGa_{0.4}Nクラッド層、107は、p型のGa_{0.4}Nコンタクト層、108は、正電極の一部を構成する第1の金属層であり、銀(Ag)により形成されている。109は、負電極であり、110は、正電極の一部を構成する第2の金属層である。即ち、第2の金属層110は、バナジウム(V)により形成された金属層111とアルミニウム(Al)により形成された金属層112とにより構成されており、接合強度が十分確保できるだけの幅Dをもってコンタクト層107と接している。本素子100は、第1の金属層に従来のフリップチップ型の正電極の部材としては用いられていなかった銀(Ag)を用いているため、コンタクト層107に対す

る接触抵抗が小さく、かつ、図1の上方への光の反射効率が非常に良いため、発光強度の面で著しく優れているのが大きな特徴である。なお、第1の金属層108に銀(Ag)を用いた上記実施例の場合、第1の金属層108の膜厚は、約200Å~1μmの範囲が最も良く、これよりも薄いと光の反射効率が落ち、これよりも厚いと第2の金属層110により第1の金属層108の側面を完全に覆うことが困難となり、さらに生産コストの面で劣る。

【0008】図2は、第1の金属層にも多層構造を採用した本発明によるフリップチップ型の発光素子200の断面図である。201は、サファイヤ基板、202は、AlNバッファ層、203は、n型のGa_{0.4}N層、204は、n型のGa_{0.4}Nクラッド層、205は、活性層、206は、p型のAlGa_{0.4}Nクラッド層、207は、p型のGa_{0.4}Nコンタクト層、208は、正電極の一部を構成する第1の金属層であり、膜厚3000Åの銀(Ag)層208A、膜厚1000Åのニッケル(Ni)層208B、膜厚1000Åのチタン(Ti)層208Cよりなる多層構造により形成されている。209は、負電極であり、210は、正電極の一部を構成する第2の金属層である。即ち、第2の金属層210は、チタン(Ti)により形成された膜厚1000Åの金属層211と金(Au)により形成された膜厚1.5μmの金属層212とにより構成されており、接合強度が十分確保できるだけの幅Dをもってコンタクト層207と接している。本素子200は、第1の金属層に膜厚3000Åの銀(Ag)層208A、膜厚1000Åのニッケル(Ni)層208B、膜厚1000Åのチタン(Ti)層208Cよりなる多層構造を採用しているため、コンタクト層207に対する接触抵抗が低く、また、第1金属層の208Cと第2金属層の211を同じ金属とすることにより第1金属層と第2金属層との接合強度が強い点が優れている。

【0009】上記の実施例においては、第1の金属層のコンタクト層に面接触する金属層において銀(Ag)を用いたが、この層に用いる金属は、ニッケル(Ni)、コバルト(Co)、金(Au)、白金(Pt)であってもよく、また、これらの合金であってもよい。また、上記の実施例においては、第2の金属層のコンタクト層に面接触する金属層においてバナジウム(V)、チタン(Ti)を用いたが、この層に用いる金属は、クロム(Cr)、ニオブ(Nb)、亜鉛(Zn)、タンタル(Ta)、モリブデン(Mo)、タングステン(W)、ハフニウム(Hf)またはこれらの合金であってもよく、一般にn型のGa_{0.4}N層(103、203)に取り付ける負電極(109、209)と同じのものであってもよい。また、上記の実施例においては、第2の金属層は、第1の金属層を完全に覆っているが、第2の金属層は、第1の金属層を完全に覆っていなくてもよく、最低限第

1の金属層に覆われていないコンタクト層の底面と第1の金属層の側面とを覆っていれよ。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の金属層に銀(Ag)を用いた本発明によるフリップチップ型の発光素子の断面図。

【図2】第1の金属層にも多層構造を採用した本発明によるフリップチップ型の発光素子の断面図。

【図3】第1の金属層に銀(Ag)を用いた従来技術によるフリップチップ型の発光素子の断面図。

【符号の説明】

101、201、301…サファイヤ基板

102、202…AlNバッファ層

103、203、302…n型のGa_{0.4}N層

104、204…n型のGa_{0.4}Nクラッド層

105、205…活性層

106、206…p型のAlGa_{0.3}Nクラッド層

107、207…p型のGa_{0.4}Nコンタクト層

108、208…正電極の一部を構成する第1の金属層

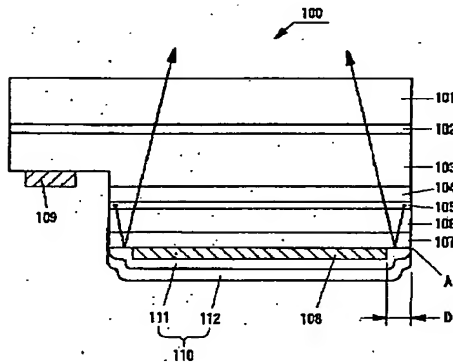
303…p型のGa_{0.4}N層

304…正電極

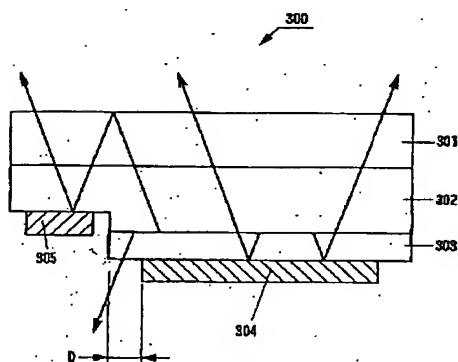
109、209、305…負電極

110、210…正電極の一部を構成する第2の金属層

【図1】



【図3】



【図2】

